

60. / P. Paper.  
Leurs  
9/14/00  
PATENT  
5-22-00

IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: YANAGISAWA, Takayuki et al.  
Appl. No.: New Group:  
Filed: May '22, 2000 Examiner:  
For: SELF-COMPENSATING LASER RESONATOR

L E T T E R

Assistant Commissioner for Patents  
Washington, DC 20231

May 22, 2000

Sir:

Under the provisions of 35 U.S.C. § 119 and 37 C.F.R. § 1.55(a), the applicant(s) hereby claim(s) the right of priority based on the following application(s):

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Filed</u>
JAPAN	2000-044511	February 22, 2000

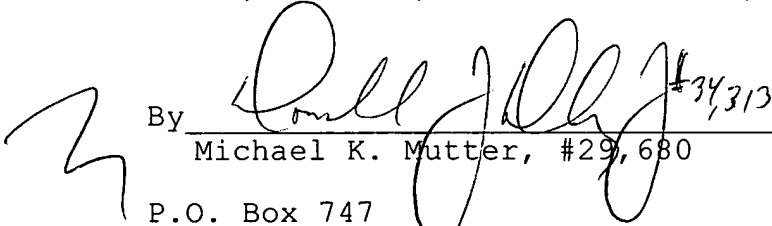
A certified copy of the above-noted application(s) is(are) attached hereto.

If necessary, the Commissioner is hereby authorized in this, concurrent, and future replies, to charge payment or credit any overpayment to Deposit Account No. 02-2448 for any additional fee required under 37 C.F.R. §§ 1.16 or 1.17; particularly, extension of time fees.

Respectfully submitted,

BIRCH, STEWART, KOLASCH & BIRCH, LLP

By

  
Michael K. Mutter, #29,680

P.O. Box 747  
Falls Church, VA 22040-0747  
(703) 205-8000

MKM/cqc  
5-22-00

Attachment

IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE

I N F O R M A T I O N   S H E E T

Applicant: YANaGISAWA, Takayuki; HIRANO, Yoshihito  
Appl. No.: New  
Filed: May 22, 2000  
For: SELF-COMPENSATING LASER RESONATOR



Priority Claimed: Japan                      2000-044511      February 22, 2000

Send Correspondence to:

BIRCH, STEWART, KOLASCH & BIRCH, LLP      or      **CUSTOMER NO. 2292**  
P.O. Box 747  
Falls Church, VA 22040-0747  
(703) 205-8000

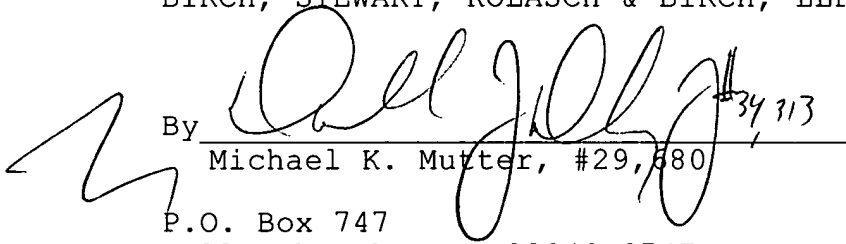
The above information is submitted to advise the U.S.P.T.O.  
of all relevant facts in connection with the present application.

A timely executed Declaration in accordance with 37 C.F.R.  
§ 1.64 will follow.

Respectfully submitted,

BIRCH, STEWART, KOLASCH & BIRCH, LLP

By

  
Michael K. Mutter, #29,580

P.O. Box 747  
Falls Church, VA 22040-0747  
(703) 205-8000

MKM/cqc  
54-209P

日 本 国 特 許 庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

B8KB  
703-205-8000  
Yanagisawa et al.  
54-209P  
1061

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 2月22日

出 願 番 号

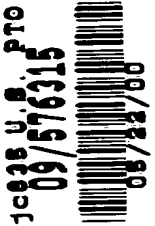
Application Number:

特願2000-044511

出 願 人

Applicant (s):

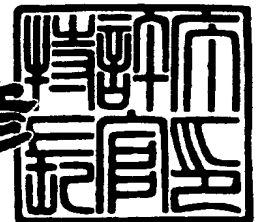
三菱電機株式会社



2000年 3月24日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

近 藤 隆 彦



出証番号 出証特2000-3020586

【書類名】 特許願

【整理番号】 522692JP01

【提出日】 平成12年 2月22日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01N 21/47

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会  
社内

    【氏名】 柳澤 隆行

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会  
社内

    【氏名】 平野 嘉仁

【特許出願人】

    【識別番号】 000006013

    【氏名又は名称】 三菱電機株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100057874

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 會我 道照

【選任した代理人】

    【識別番号】 100110423

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 會我 道治

【選任した代理人】

    【識別番号】 100071629

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 池谷 豊

【選任した代理人】

【識別番号】 100084010

【弁理士】

【氏名又は名称】 古川 秀利

【選任した代理人】

【識別番号】 100094695

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴木 憲七

【選任した代理人】

【識別番号】 100081916

【弁理士】

【氏名又は名称】 長谷 正久

【選任した代理人】

【識別番号】 100087985

【弁理士】

【氏名又は名称】 福井 宏司

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 000181

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 自己補償形レーザ共振器

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 互いに直角に配置された第 1 及び第 2 の反射面を有する第 1 の反射装置と、

互いに直角に配置された第 3 及び第 4 の反射面を有し、上記第 1 の反射装置に対向している第 2 の反射装置と、

互いに反対向きにかつ平行に配置された第 5 及び第 6 の反射面を有し、上記第 2 の反射面と第 4 の反射面との間に設けられている第 3 の反射装置と、

上記第 1 の反射面と第 3 の反射面との間に設けられているレーザ媒質と、

上記レーザ媒質を励起する光源とを備え、

上記第 3 及び第 4 の反射面を含む二つの平面が形成する第 2 の稜線は、上記第 1 及び第 2 の反射面を含む二つの平面が形成する第 1 の稜線にほぼ直行する面に含まれており、

上記レーザ媒質から上記第 1 の反射面へ向けて出射されたレーザ光は、上記第 1 の反射面、上記第 2 の反射面、上記第 3 の反射面、上記第 4 の反射面、上記第 5 の反射面、上記第 4 の反射面、上記第 3 の反射面、上記第 2 の反射面、および上記第 1 の反射面の順に反射されて再び上記レーザ媒質に入射し、該レーザ媒質を透過し、さらに上記第 3 の反射面、上記第 4 の反射面、上記第 1 の反射面、上記第 2 の反射面、上記第 6 の反射面、上記第 2 の反射面、上記第 1 の反射面、上記第 3 の反射面、および上記第 4 の反射面の順に反射されて再び上記レーザ媒質に入射される

ことを特長とする自己補償形レーザ共振器。

【請求項 2】 上記第 3 の反射装置は、反射面を互いに反対向きにして平行に配置され保持具で相互に固定された 2 つの片面反射鏡である

ことを特徴とする請求項 1 記載の自己補償形レーザ共振器。

【請求項 3】 上記第 3 の反射装置は、同一の面の表面と裏面にてレーザ光を反射する両面反射面を有する反射鏡である

ことを特徴とする請求項 1 記載の自己補償形レーザ共振器。

【請求項 4】 互いに直角に配置された第 1 及び第 2 の反射面を有する第 1 の反射装置と、

互いに直角に配置された第 3 及び第 4 の反射面を有し、上記第 1 の反射装置に対向している第 2 の反射装置と、

レーザ光の光軸上の一側の端面に第 7 の両面反射面を有し、上記第 1 の反射面と第 3 の反射面との間に設けられているレーザ媒質と、

上記レーザ媒質を励起する光源とを備え、

上記第 3 及び第 4 の反射面を含む二つの平面が形成する第 2 の稜線は、上記第 1 及び第 2 の反射面を含む二つの平面が形成する第 1 の稜線にほぼ直行する面に含まれており、

上記レーザ媒質から上記第 1 の反射面へ向けて出射されたレーザ光は、上記第 1 の反射面、上記第 2 の反射面、上記第 3 の反射面、上記第 4 の反射面、上記第 2 の反射面、上記第 1 の反射面、上記第 4 の反射面、上記第 3 の反射面、および上記第 7 の両面反射面の順に反射され、さらに上記第 3 の反射面、上記第 4 の反射面、上記第 1 の反射面、上記第 2 の反射面、上記第 4 の反射面、上記第 3 の反射面、上記第 2 の反射面、および上記第 1 の反射面の順に反射されて再び上記レーザ媒質に入射され、該レーザ媒質を透過し、上記第 7 の両面反射面で反射することを特長とする自己補償形レーザ共振器。

【請求項 5】 互いに直角に配置された第 1 及び第 2 の反射面を有する第 1 の反射装置と、

互いに直角に配置された第 3 及び第 4 の反射面を有し、上記第 1 の反射装置に対向している第 2 の反射装置と、

上記第 1 の反射面と第 3 の反射面との間に設けられているレーザ媒質と、

上記レーザ媒質を励起する光源と、

レーザ光の光軸上の一側の端面に第 8 の両面反射面を有し、上記第 2 の反射面と第 4 の反射面との間に設けられている光学部品とを備え、

上記第 3 及び第 4 の反射面を含む二つの平面が形成する第 2 の稜線は、上記第 1 及び第 2 の反射面を含む二つの平面が形成する第 1 の稜線にほぼ直行する面に含まれており、

上記レーザ媒質から上記第 1 の反射面へ向けて出射されたレーザ光は、上記第 1 の反射面、上記第 2 の反射面、上記第 3 の反射面、上記第 4 の反射面、上記第 8 の両面反射面、上記第 4 の反射面、上記第 3 の反射面、上記第 2 の反射面、および上記第 1 の反射面の順に反射されて再び上記レーザ媒質に入射し、該レーザ媒質を透過し、さらに上記第 3 の反射面、上記第 4 の反射面、上記第 1 の反射面、および上記第 2 の反射面の順に反射されて上記光学部品に入射し、さらに上記第 8 の両面反射面、上記第 2 の反射面、上記第 1 の反射面、上記第 3 の反射面、および上記第 4 の反射面の順に反射されて再び上記レーザ媒質に入射されることを特長とする自己補償形レーザ共振器。

【請求項 6】 上記第 1 及び第 2 の反射装置は、互いに直角に配置された 2 つの平面反射鏡をそれぞれ有している

ことを特長とする請求項 1 乃至 5 いずれかに記載の自己補償形レーザ共振器。

【請求項 7】 上記互いに直角に配置された 2 つの平面反射鏡は、間隔をおいて配置され、連結部材により相互に連結されている

ことを特長とする請求項 6 記載の自己補償形レーザ共振器。

【請求項 8】 上記第 1 及び第 2 の反射装置は、レーザ光の入射面及び互いに直角に配置された 2 つの反射面をそれぞれ有するプリズムである

ことを特長とする請求項 1 乃至 5 いずれかに記載の自己補償形レーザ共振器。

【請求項 9】 レーザ光が入射する第 1 の入射面と、互いに直角に配置された第 1 及び第 2 の反射面を有する第 1 のプリズムと、

レーザ光が入射する第 2 の入射面と、互いに直角に配置された第 3 及び第 4 の反射面を有し、第 2 の入射面のレーザ光の光路に第 9 の両面反射面を備え、上記第 1 の反射装置に対向している第 2 のプリズムと、

上記第 1 の反射面と第 3 の反射面との間に設けられているレーザ媒質と、

上記レーザ媒質を励起する光源とを備え、

上記第 3 及び第 4 の反射面を含む二つの平面が形成する第 2 の稜線は、上記第 1 及び第 2 の反射面を含む二つの平面が形成する第 1 の稜線にほぼ直行する面に含まれており、

上記レーザ媒質から上記第 1 の反射面へ向けて出射されたレーザ光は、上記第



1の反射面、上記第2の反射面、上記第3の反射面、上記第4の反射面、上記第2の反射面、上記第1の反射面、上記第9の両面反射面、上記第1の反射面、上記第2の反射面、上記第4の反射面、上記第3の反射面、上記第2の反射面、および上記第1の反射面の順に反射されて再び上記レーザ媒質に入射され、該レーザ媒質を透過し、さらに、上記第3の反射面、上記第4の反射面、上記第9の両面反射面、上記第4の反射面、および上記第3の反射面で反射されて再び上記レーザ媒質に入射する

ことを特徴とする自己補償形レーザ共振器。

【請求項10】 上記第1及び第2のプリズムの第1及び第2の稜線部分が削除されている

ことを特徴とする請求項8または9記載の自己補償形レーザ共振器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、例えば人工衛星や航空機などの飛翔帯に搭載される固体レーザ装置に用いられ、反射面の傾きを補償する自己補償形レーザ共振器に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

図10は例えば、Springer Series in Optical Sciences Vol.1「Solid-State Laser Engineering第4版」Walter Koechner著（1995年ドイツSpringer社発行）197ページに示された従来のレーザ共振器を示す説明図である。図10において、1、2は互いに対向して配置されレーザ光を閉じこめる一对の反射鏡、3は反射鏡1、2間に配置されているレーザ媒質、4はレーザ媒質3を励起する励起光源、5はレーザ共振器の光軸、6は反射鏡2から反射鏡1へ進むレーザ光の光路、7は反射鏡1から反射鏡2へ進むレーザ光の光路である。

【0003】

次に、動作について説明する。上述のようなレーザ共振器では、レーザ光が光路6、7を往復し、同じ光路6、7を通り同じ位相状態を保持するレーザ光のみ

が選択的に閉じこめられて増幅され、発振モードが形成される。反射鏡 1, 2 が互いに平行に配置されている場合、レーザ光は、反射鏡 1, 2 間で繰り返し反射され、光軸 5 に平行な光路 6, 7 を往復する。このとき、レーザ光は、励起光源 4 により励起されたレーザ媒質 3 を繰り返し通過して増幅されていく。

## 【0004】

これに対し、図 11 に示すように、一方の反射鏡 1 が傾斜して反射鏡 1, 2 が平行でなくなった場合、光軸 5 に平行な光路 6 を進むレーザ光は、光軸 5 に対して角度をなす光路 8 に反射される。従って、往復したレーザ光は同じ光路を通らず、発振モードを形成することができない。

## 【0005】

このような問題を解決する手段として、上述の「Solid-State Laser Engineering」227 ページには、図 12 に示すような自己補償形のレーザ共振器も示されている。図 12 において、11 は Z 軸に平行な稜線 11a を有するルーフプリズム、12 は X 軸と平行な稜線 12a を有するルーフプリズム、13 はルーフプリズム 11, 12 に対向して配置されているコーナキューブプリズムであり、このコーナキューブプリズム 13 とルーフプリズム 11 との間にレーザ媒質 3 が配置されている。

## 【0006】

このような構成のレーザ共振器においては、レーザ光は、光軸 14 上を進行し、ルーフプリズム 12 上で反射される。ルーフプリズム 12 で反射されたレーザ光は、コーナキューブ 13 で折り返され、励起光源 4 で励起されたレーザ媒質 3 を通過して増幅される。レーザ媒質 3 で増幅されたレーザ光は、ルーフプリズム 11 上で反射されて、ふたたびレーザ媒質 3 により増幅される。この後、レーザ光は、元の位置に戻り、レーザ共振器内に閉じこめられる。

## 【0007】

次に、図 13 は図 9 のルーフプリズム 12 に入射したレーザ光の反射状態を示す説明図である。図 13 において、稜線 12a を挟む反射面 12b, 12c は、互いに直角に固定され、かつ光軸 14 とのなす角度が 45 度になっている。光軸 14 と平行な光路 15 を進み、ルーフプリズム 12 に入射したレーザ光は、反射

面 12b により 90 度曲げられ、反射面 12c により 90 度曲げられ、計 180 度の方向の変化を与えられる。このようにして反射されたレーザー光の光路 16 は、光軸 14 と平行になる。即ち、ルーフプリズム 12 は、入射したレーザー光を、入射したレーザー光と平行で進行方向が逆方向のレーザー光として反射する。

## 【0008】

また、図 14 に示すように、ルーフプリズム 12 が稜線 12a を中心軸として角度  $\alpha$  傾いた場合、反射面 12b より与えられる角度変化は  $90 - 2\alpha$ 、反射面 12c により与えられる角度変化は  $90 + 2\alpha$  となり、光路 15 を進むレーザー光とルーフプリズム 12 により反射されたレーザー光の光路 16 の角度変化は計 180 度となる。従って、稜線 12a を中心軸とした傾きが生じた場合でも、ルーフプリズム 12 は、入射したレーザー光を、入射したレーザー光と平行で進行方向が逆方向のレーザー光として反射する。

## 【0009】

さらに、入射するレーザー光が光軸 14 に対して傾いた場合も同様に、ルーフプリズム 12 は、入射したレーザー光を、入射したレーザー光と平行で進行方向が逆方向のレーザー光として反射する。なお、図 13 および図 14 では、説明のため、光路 15 および 16 を光軸 14 からずらして示したが、実際には、光路 15 も光路 16 もビームの中心が光軸 14 に一致し、レーザー光は稜線 12a を含む範囲内に照射され反射される。

## 【0010】

さらにまた、図 15 に示したように、ルーフプリズム 11 の稜線 11a 及びルーフプリズム 12 の稜線 12a を、互いに直交する方向に配置することにより、ルーフプリズム 11、12 の傾きがお互いに補償され、自己補償形のレーザー共振器が構成される。

## 【0011】

ここで、レーザー共振器の構成として、進行波形共振器と定在波形共振器について考える。進行波形共振器では、レーザー媒質から出射されたレーザー光が、共振器内を 1 周回する間に、同じ光路を通らずにレーザー媒質へ戻り、レーザー共振器内に進行波として閉じこめられている。この時、共振器内を 1 周する間に、レーザー光

はレーザ媒質を1回通過して増幅される。これに対して、定在波形共振器では、レーザ媒質から出射されたレーザ光が、同じ光路を往復してレーザ媒質へ戻り、定在波としてレーザ共振器内に閉じこめられている。この時、共振器内を1周する間に、レーザ光はレーザ媒質を2回通過して増幅される。すなわち、レーザ光が共振器を1周回したとき、進行波形共振器ではレーザ光を1回しか増幅しないのに対して、定在波形共振器ではレーザ光は2回増幅される。図10、図12に示したレーザ共振器は、定在波形共振器である。

## 【0012】

上述のように構成された従来の自己補償形レーザ共振器においては、レーザ光がルーフプリズム11、12の稜線11a、12aを含む範囲に照射されるため、回折による損失が生じ、レーザ光の利用効率が低下してしまう。また、微視的には稜線11a、12a上では図13に示したような反射が生じず、稜線11a、12aでレーザ光が切断されるため、レーザ光が2つまたは4つに割れやすく、レーザ光の品質が劣化してしまう。さらに、長い光路長を小さなレーザ共振器で実現しようとした場合、ルーフプリズム11、12とは別に、コーナキューブプリズム13のような折り返しのための光学素子が別に必要となり、レーザ共振器の構成が複雑になってしまう。また、ルーフプリズム11、12は、稜線11a、12aに平行な方向のレーザ光の電界成分（S偏光）と垂直な方向のレーザ光の電界成分（P偏光）に対して、それぞれ異なった位相の変化を与えるため、ルーフプリズム11、12を反射したレーザ光の偏光状態は、稜線11a、12aに平行または垂直な直線偏光のレーザ光が入射した場合を除いて、偏光状態が保存されないため、共振器を周回したレーザ光の位相状態が一致せずに損失が生じ、レーザ光の利用効率の低下およびレーザ光の品質の劣化が生じる。

## 【0013】

このような問題を解決する手段として、特開平11-201900号公報には、図15に示すような自己補償形のレーザ共振器が開示されている。図15において、41は互いに直角に配置された第1及び第2の反射面41a、41bを有する第1の反射装置、42は互いに直角に配置された第3及び第4の反射面42a、42bを有し、第1の反射装置21に対向している第2の反射装置である。

第3及び第4の反射面4 2 a, 4 2 bが形成する第2の稜線4 2 cは、第1及び第2の反射面4 1 a, 4 1 bが形成する第1の稜線4 1 cにほぼ直交する面に含まれ、第1および第2の反射面4 1 a, 4 1 bと第3及び第4の反射面4 2 a, 4 2 bとが互いに対向するように配置されている。3は第1の反射面4 1 aと第3の反射面4 2 aとの間に設けられているレーザ媒質、4はレーザ媒質3を励起する光源である。

## 【0 0 1 4】

次に、動作について説明する。光路L 1を進むレーザ光は、レーザ媒質3を通過して増幅された後、第1の反射面4 1 aおよび第2の反射面4 1 bで順次反射され、光路L 1と平行な光路L 2を光路L 1と反対方向へ進む。光路L 2を進むレーザ光は、第3の反射面4 2 aおよび第4の反射面4 2 bで順次反射され、光路L 2と平行な光路L 3を光路L 2と反対方向へ進む。光路L 3を進むレーザ光は、第2の反射面4 1 aおよび第1の反射面4 1 aで順次反射され、光路L 3と平行な光路L 4を光路L 3と反対方向へ進む。

## 【0 0 1 5】

そして、光路L 4を進むレーザ光は、第4の反射面4 2 bおよび第3の反射面4 2 aで順次反射され、光路L 1へ戻り、レーザ媒質3でさらに増幅される。従って、レーザは、第1の反射装置4 1の稜線4 1 c及び第2の反射装置4 2の稜線4 2 cの上を通らずに、レーザ共振器内に閉じこめられて増幅されていく。すなわち、図15に示した自己補償形レーザ共振器は、進行波形共振器である。

## 【0 0 1 6】

このような構成のレーザ共振器においては、第1の反射装置4 1および第2の反射装置4 2は、第1の稜線4 1 c及び第2の稜線4 2 cを、互いに直行する方向に配置することにより、第1の反射装置4 1および第2の反射装置4 2の傾きがお互い補償され、自己補償形のレーザ共振器が構成される。また、第1の反射装置4 1の稜線4 1 c及び第2の反射装置4 2の稜線4 2 cの上を通らないため、稜線の回折による損失が生じず、レーザの利用効率の低下を防止することができる。また、レーザ光が稜線により切断されないため、レーザ光の品質を向上させることができる。

## 【0017】

共振器を1周回したときの光学部品による損失が同じ場合、進行波形共振器に比べて、定在形共振器の方がレーザー光が大きく増幅されるため、定在波形共振器の方がレーザー媒質に蓄積されたエネルギーの利用効率が高くなる。特に、Er:Glass等の利得の小さなレーザー媒質を用いた場合には、レーザー媒質による増幅の割合と共振器の周回による損失の割合が同じ程度となる場合があり、進行波形共振器ではレーザー発振が得られない場合が生じる。

## 【0018】

## 【発明が解決しようとする課題】

図12に示した従来の自己補償形レーザー共振器においては、レーザー光がループプリズム11、12の稜線11a、12aを含む範囲に照射されるため、回折による損失が生じ、レーザー光の利用効率が低下してしまう。また、微視的には稜線11a、12a上では図13に示したような反射が生じず、稜線11a、12aでレーザー光が切断されるため、レーザー光が2つまたは4つに割れやすく、レーザー光の品質が劣化してしまう。

## 【0019】

さらに、長い光路長を小さなレーザー共振器で実現しようとした場合、ループプリズム11、12とは別に、コーナキューブプリズム13のような折り返しのための光学素子が別に必要となり、レーザー共振器の構成が複雑になってしまう。

## 【0020】

また、ループプリズム11、12は、稜線11a、12aに平行な方向のレーザー光の電界成分（S偏光）と垂直な方向のレーザー光の電界成分（P偏光）に対して、それぞれ異なった位相の変化を与えるため、ループプリズム11、12を反射したレーザー光の偏光状態は、稜線11a、12aに平行または垂直な直線偏光のレーザー光が入射した場合を除いて、偏光状態が保存されないため、共振器を周回したレーザー光の位相状態が一致せずに損失が生じ、レーザー光の利用効率の低下およびレーザー光の品質の劣化が生じる。

## 【0021】

また、図15に示した従来の自己補償形レーザー共振器においては、共振器の構

成が進行波形共振器であり、レーザ媒質に蓄積されたエネルギーの利用効率が低下する。そして特に、Er:Glass等の利得の小さなレーザ媒質を用いた場合には、レーザ媒質による増幅の割合と共振器の周回による損失の割合が同じ程度となる場合がありレーザ発振が得られないことがある。

#### 【 0 0 2 2 】

この発明は、上述のような問題点を解決することを課題としてなされたものであり、簡単な構成で、レーザの利用効率の低下を防止することができると共に、レーザ光の品質を向上させた、定在波形の自己補償形レーザ共振器を得ることを目的とする。

#### 【 0 0 2 3 】

##### 【課題を解決するための手段】

この発明に係る自己補償形レーザ共振器は、

互いに直角に配置された第 1 及び第 2 の反射面を有する第 1 の反射装置と、

互いに直角に配置された第 3 及び第 4 の反射面を有し、第 1 の反射装置に対向している第 2 の反射装置と、

互いに反対向きにかつ平行に配置された第 5 及び第 6 の反射面を有し、第 2 の反射面と第 4 の反射面との間に設けられている第 3 の反射装置と、

第 1 の反射面と第 3 の反射面との間に設けられているレーザ媒質と、

レーザ媒質を励起する光源とを備え、

第 3 及び第 4 の反射面を含む二つの平面が形成する第 2 の稜線は、第 1 及び第 2 の反射面を含む二つの平面が形成する第 1 の稜線にほぼ直行する面に含まれており、

レーザ媒質から第 1 の反射面へ向けて出射されたレーザ光は、第 1 の反射面、第 2 の反射面、第 3 の反射面、第 4 の反射面、第 5 の反射面、第 4 の反射面、第 3 の反射面、第 2 の反射面、および第 1 の反射面の順に反射されて再びレーザ媒質に入射し、レーザ媒質を透過し、さらに第 3 の反射面、第 4 の反射面、第 1 の反射面、第 2 の反射面、第 6 の反射面、第 2 の反射面、第 1 の反射面、第 3 の反射面、および第 4 の反射面の順に反射されて再びレーザ媒質に入射される。

#### 【 0 0 2 4 】

また、第 3 の反射装置は、反射面を互いに反対向きにして平行に配置され保持具で相互に固定された 2 つの片面反射鏡である。

【 0 0 2 5 】

また、第 3 の反射装置は、同一の面の表面と裏面にてレーザ光を反射する両面反射面を有する反射鏡である。

【 0 0 2 6 】

また、互いに直角に配置された第 1 及び第 2 の反射面を有する第 1 の反射装置と、

互いに直角に配置された第 3 及び第 4 の反射面を有し、第 1 の反射装置に対向している第 2 の反射装置と、

レーザ光の光軸上の一側の端面に第 7 の両面反射面を有し、第 1 の反射面と第 3 の反射面との間に設けられているレーザ媒質と、

レーザ媒質を励起する光源とを備え、

第 3 及び第 4 の反射面を含む二つの平面が形成する第 2 の稜線は、第 1 及び第 2 の反射面を含む二つの平面が形成する第 1 の稜線にほぼ直行する面に含まれており、

レーザ媒質から第 1 の反射面へ向けて出射されたレーザ光は、第 1 の反射面、第 2 の反射面、第 3 の反射面、第 4 の反射面、第 2 の反射面、第 1 の反射面、第 4 の反射面、第 3 の反射面、および第 7 の両面反射面の順に反射され、さらに第 3 の反射面、第 4 の反射面、第 1 の反射面、第 2 の反射面、第 4 の反射面、第 3 の反射面、第 2 の反射面、および第 1 の反射面の順に反射されて再びレーザ媒質に入射され、レーザ媒質を透過し、第 7 の両面反射面で反射する。

【 0 0 2 7 】

また、互いに直角に配置された第 1 及び第 2 の反射面を有する第 1 の反射装置と、

互いに直角に配置された第 3 及び第 4 の反射面を有し、第 1 の反射装置に対向している第 2 の反射装置と、

第 1 の反射面と第 3 の反射面との間に設けられているレーザ媒質と、

レーザ媒質を励起する光源と、



レーザ光の光軸上の一侧の端面に第 8 の両面反射面を有し、第 2 の反射面と第 4 の反射面との間に設けられている光学部品とを備え、

第 3 及び第 4 の反射面を含む二つの平面が形成する第 2 の稜線は、第 1 及び第 2 の反射面を含む二つの平面が形成する第 1 の稜線にほぼ直行する面に含まれており、

レーザ媒質から第 1 の反射面へ向けて出射されたレーザ光は、第 1 の反射面、第 2 の反射面、第 3 の反射面、第 4 の反射面、第 8 の両面反射面、第 4 の反射面、第 3 の反射面、第 2 の反射面、および第 1 の反射面の順に反射されて再びレーザ媒質に入射し、レーザ媒質を透過し、さらに第 3 の反射面、第 4 の反射面、第 1 の反射面、および第 2 の反射面の順に反射されて光学部品に入射し、さらに第 8 の両面反射面、第 2 の反射面、第 1 の反射面、第 3 の反射面、および第 4 の反射面の順に反射されて再びレーザ媒質に入射される。

【 0 0 2 8 】

また、第 1 及び第 2 の反射装置は、互いに直角に配置された 2 つの平面反射鏡をそれぞれ有している。

【 0 0 2 9 】

また、互いに直角に配置された 2 つの平面反射鏡は、間隔をおいて配置され、連結部材により相互に連結されている。

【 0 0 3 0 】

また、第 1 及び第 2 の反射装置は、レーザ光の入射面及び互いに直角に配置された 2 つの反射面をそれぞれ有するプリズムである。

【 0 0 3 1 】

また、レーザ光が入射する第 1 の入射面と、互いに直角に配置された第 1 及び第 2 の反射面を有する第 1 のプリズムと、

レーザ光が入射する第 2 の入射面と、互いに直角に配置された第 3 及び第 4 の反射面を有し、第 2 の入射面のレーザ光の光路に第 9 の両面反射面を備え、第 1 の反射装置に対向している第 2 のプリズムと、

第 1 の反射面と第 3 の反射面との間に設けられているレーザ媒質と、  
レーザ媒質を励起する光源とを備え、

第 3 及び第 4 の反射面を含む二つの平面が形成する第 2 の稜線は、第 1 及び第 2 の反射面を含む二つの平面が形成する第 1 の稜線にほぼ直行する面に含まれており、

レーザ媒質から第 1 の反射面へ向けて出射されたレーザ光は、第 1 の反射面、第 2 の反射面、第 3 の反射面、第 4 の反射面、第 2 の反射面、第 1 の反射面、第 9 の両面反射面、第 1 の反射面、第 2 の反射面、第 4 の反射面、第 3 の反射面、第 2 の反射面、および第 1 の反射面の順に反射されて再びレーザ媒質に入射され、レーザ媒質を透過し、さらに、第 3 の反射面、第 4 の反射面、第 9 の両面反射面、第 4 の反射面、および第 3 の反射面で反射されて再びレーザ媒質に入射する。

#### 【 0 0 3 2 】

さらに、第 1 及び第 2 のプリズムの第 1 及び第 2 の稜線部分が削除されている。

#### 【 0 0 3 3 】

##### 【発明の実施の形態】

以下、この発明の実施の形態を図について説明する。

##### 実施の形態 1.

図 1 はこの発明の実施の形態 1 による自己補償形レーザ共振器を示す斜視図である。図 1 において、2 1 は互いに直角に配置された第 1 及び第 2 の反射面 2 1 a, 2 1 b を有する第 1 の反射装置、2 2 は互いに直角に配置された第 3 及び第 4 の反射面 2 2 a, 2 2 b を有し、第 1 の反射装置 2 1 に対向している第 2 の反射装置であり、これら第 1 及び第 2 の反射装置 2 1, 2 2 としては、例えば図 2 に示すように、互いに直角に配置された 2 つの平面反射鏡 2 6, 2 7 を有するものが用いられる。また、図 2 には第 2 の反射装置 2 2 のみを示すが、第 1 の反射装置 2 1 についても構成は同様である。

#### 【 0 0 3 4 】

また、第 3 及び第 4 の反射面 2 2 a, 2 2 b が形成する第 2 の稜線 2 2 c は、第 1 及び第 2 の反射面 2 1 a, 2 1 b が形成する第 1 の稜線 2 1 c にほぼ直行する面に含まれ、第 1 及び第 2 の反射面 2 1 a, 2 1 b と第 3 及び第 4 の反射面 2

2 a, 2 2 b とが互いに対向するように配置されている。第 3 の反射装置 2 3 はお互いにほぼ平行な第 5 及び第 6 の反射面 2 3 a, 2 3 b を有し、第 2 の反射面 2 1 b と第 4 の反射面 2 2 b との間に設けられている反射装置であり、第 2 の反射面 2 1 b と第 6 の反射面 2 3 b は互いに対向するように配置され、第 4 の反射面 2 2 b と第 5 の反射面 2 3 a は互いに対向するように配置されている。2 4 は第 1 の反射面 2 1 a と第 3 の反射面 2 2 a との間に設けられているレーザ媒質、2 5 はレーザ媒質 2 4 を励起する光源である。

## 【0035】

次に、動作について説明する。光路 L 1 を進むレーザ光は、レーザ媒質 2 4 を通過して増幅された後、第 1 の反射面 2 1 a および第 2 の反射面 2 1 b で順次反射され、光路 L 1 と平行な光路 L 2 を光路 L 1 と反対方向へ進む。光路 L 2 を進むレーザ光は、第 3 の反射面 2 2 a 及び第 4 の反射面 2 2 b で順次反射され、光路 L 2 と平行な光路 L 3 a を光路 L 2 と反対方向へ進む。光路 L 3 a を進むレーザ光は、第 3 の反射装置の第 5 の反射面 2 3 a で反射され、すなわち、入射したレーザ光と反対方向に反射され、光路 L 3 a、光路 L 2、光路 L 1 を通って、再びレーザ媒質 2 4 に入射される。

## 【0036】

そして、再びレーザ媒質 2 4 に入射したレーザ光は、レーザ媒質 2 4 を通過してさらに増幅された後、第 3 の反射面 2 2 a および第 4 の反射面 2 2 b で順次反射され、光路 L 1 と平行な光路 L 4 を光路 L 1 と反対方向へ進む。光路 L 4 を進むレーザ光は、第 1 の反射面 2 1 a 及び第 2 の反射面 2 1 b で順次反射され、光路 L 4 と平行な光路 L 3 b を光路 L 4 と反対方向へ進む。光路 L 3 b を進むレーザ光は、第 3 の反射装置の第 6 の反射面 2 3 b で反射され、すなわち、入射したレーザ光と反対方向に反射され、光路 L 3 b、光路 L 4、光路 L 1 を通って、レーザ媒質 2 4 でさらに増幅される。このように、レーザ光は第 1 の反射装置 2 1 の稜線 2 1 c 及び第 2 の反射装置 2 2 の稜線 2 2 c の上を通らずに、レーザ共振器内に閉じこめられ増幅されていく。すなわち、レーザ媒質 2 4 から出射されたレーザ光が、同じ光路を往復してレーザ媒質 2 4 へ戻り、定在波としてレーザ共振器内に閉じこめられるため、定在波型のレーザ共振器を構成している。

## 【 0 0 3 7 】

次に、この例の共振器内におけるレーザ光の偏光状態の変化について考える。  
まず、レーザ光が平面上で反射する場合、入射光及び反射光の光線を含む面内で振動する偏光成分をP偏光、入射光及び反射光の光線を含む面に垂直に振動する偏光成分をS偏光とする。一般に、反射面に対して垂直以外の角度で入射したレーザ光の位相の変化量は、P偏光成分とS偏光成分で異なる。従って、レーザ光が、第1の反射装置21の反射面21a, 21bで反射する際に、位相の変化量がP偏光とS偏光とで異なるため、例えば光路L1における偏光状態が反射面21aに対してP偏光の成分のみ、またはS偏光の成分のみの場合を除いて、光路L1のレーザ光の偏光状態は光路L2において変化する。

## 【 0 0 3 8 】

ここで、光路L1における任意偏光のX軸成分を $E_x$ 、Z軸成分を $E_z$ とし、光路L1から光路L3aへ伝搬するレーザ光の偏光状態を考える。レーザ光のX軸成分 $E_x$ は、光路L1から光路L3aに伝搬する間に、第1の反射装置21によりS偏光として2回反射され、第2の反射装置22によりP偏光として2回反射される。また、レーザ光のZ軸成分 $E_z$ は、光路L1から光路L3aへ伝搬する間に、第1の反射装置21によりP偏光として2回反射され、第2の反射装置22によりS偏光として2回反射される。

## 【 0 0 3 9 】

X軸成分 $E_x$ 、Z軸成分 $E_z$ 共に、S偏光の反射による位相変化と、P偏光の反射による位相変化とをそれぞれ2回ずつ受け、位相の変化量がX軸成分 $E_x$ とZ軸成分 $E_z$ とで同じ量になるため、光路L1の偏光状態は光路L3aにおいて保存される。従って、任意の偏光状態のレーザ光に対して、光路L1と光路L3aと光路L3bは互いに同じ偏光状態を保持し、光路L2と光路L4は同じ偏光状態を保持する。対角線上の位置関係にある光路L1, L3a, L3b、または光路L2, L4に光学部品を配置すれば、プリズムの反射による偏光状態の変化がうち消されるため、レーザ共振器の設計が容易になる。

## 【 0 0 4 0 】

このような構成の自己補償形レーザ共振器では、レーザ光が反射装置21, 2

2の稜線21c, 22c上を通らないため、稜線21c, 22cの回折による損失がなく、レーザ光の利用効率の低下が防止される。また、レーザ光が稜線21c, 22cにより切断されないため、レーザ光の品質が向上する。さらに、5つの光路L1乃至L4を平行に配置することができるため、レーザ共振器の小形化を図ることができる。さらにまた、平面反射鏡26, 27は重量が軽いため、反射装置21, 22およびレーザ共振器全体をさらに軽量化することができる。さらに、対角の関係にある光路では、反射面21a, 21b, 22a, 22bでの反射による位相状態の変化がないため、レーザ共振器の設計が容易となる。また、同じ光路を往復してレーザ媒質へ戻る定在波型のレーザ共振器を構成しているため、レーザ媒質に蓄積されたエネルギーの利用効率の低下が防止される。

## 【0041】

なお、上述の例ではレーザ媒質24を光路L1上に配置したが、光路L1乃至L4のいずれに配置しても良い。また、複数组みのレーザ媒質24および励起光源25を、複数の光路に配置しても良い。また、上述の例では第3の反射装置23は光路L1に配置したが、光路L1乃至光路L4のいずれに配置しても良い。

## 【0042】

実施の形態2.

図3はこの発明の実施の形態2による自己補償形レーザ共振器の第3の反射装置を示す斜視図である。この例では、図1の第3の反射装置23に代わるものとして、反射鏡保持具35によりお互いに固定された二つの片面反射鏡33, 34が用いられている。片面反射鏡33と片面反射鏡34は、反射面33a, 34aがほぼ平行で互いに外側を向くように保持具35により固定されている。他の構成は、実施の形態1と同様である。

## 【0043】

第1の反射装置の反射面21a, 21b、第2の反射装置の反射面22a, 22bは、それぞれお互いにほぼ直角をなすように配置されているが、完全に直角をなすように配置、製作することは難しく、価格が高くなる。このような場合、光路L3aと光路L3bに角度ずれが生じる。この実施の形態においては、この角度ずれを補償にするように反射面33a, 34aを反射鏡保持具35を用いて

固定することが可能である。

【0044】

このような構成の自己補償形レーザ共振器においては、第3の反射装置として、反射鏡保持具35により相互に固定された片面反射鏡33、34を用いることにより、第1の反射装置の反射面21a、21b、第2の反射装置の反射面22a、22bのそれぞれの反射面が形成する角度が直角からずれている場合でも、自己補償形レーザ共振器を構成することが可能である。

【0045】

実施の形態3.

図4はこの発明の実施の形態3による自己補償形レーザ共振器の第3の反射装置を示す斜視図である。この例では、図1の第3の反射装置23に代わるものとして、反射面36aと反射防止面36bを有する両面反射鏡36が用いられている。他の構成は、実施の形態1と同様である。

【0046】

両面反射鏡36の反射面36aにおいては、光路L3aから入射したレーザ光を、反射面36aにより入射したレーザ光と反対の方向へ反射する。一方、光路L3bから入射したレーザ光は、反射防止面36bを透過して、反射面36aの裏面により反射され、再び反射防止面36bを透過して入射したレーザ光と反対の方向へ反射される。このように、両面反射鏡36を用いることにより、同一の面の表面と裏面にてレーザ光が反射されるので、二つの反射面のずれが生じない安定した自己補償形レーザ共振器を構成することが可能である。

【0047】

実施の形態4.

図5はこの発明の実施の形態4による自己補償形レーザ共振器を示す斜視図である。図5において、37は一側端に両面反射面37aを有するレーザ媒質である。レーザ媒質37は、第1の反射面21aと第3の反射面22aの間に配置されている。両面反射面37aは、同一の面の表面と裏面にてレーザ光を反射する。

【0048】

次に、動作について説明する。レーザ媒質 3 7 から第 1 の反射面 2 1 a の方向へ進むレーザ光は、レーザ媒質 3 7 を通過して増幅された後、第 1 の反射面 2 1 a および第 2 の反射面 2 1 b で順次反射され、光路 L 1 a と平行な光路 L 2 を光路 L 1 a と反対方向へ進む。光路 L 2 を進むレーザ光は、第 3 の反射面 2 2 a 及び第 4 の反射面 2 2 b で順次反射され、光路 L 2 と平行な光路 L 3 を光路 L 2 と反対方向へ進む。光路 L 3 を進むレーザ光は、第 2 の反射面 2 1 b 及び第 1 の反射面 2 1 a で順次反射され、光路 L 3 と平行な光路 L 4 を光路 L 3 と反対方向へ進む。光路 L 4 を進むレーザ光は、第 4 の反射面 2 2 b および第 3 の反射面 2 2 a で順次反射され、光路 L 4 と平行な光路 L 1 b を光路 L 4 と反対方向へ進む。光路 L 1 b を進むレーザ光は、レーザ媒質 3 7 の一側端に設けられた両面反射面 3 7 a で反射され、すなわち、入射したレーザ光と反対方向に反射され、光路 L 1 b、光路 L 4、光路 L 3、光路 L 2、光路 L 1 a を通って、再びレーザ媒質 3 7 に入射され、さらに増幅された後、両面反射面 3 7 a で反射され、レーザ共振器内に閉じこめられる。

## 【 0 0 4 9 】

このような構成の自己補償形レーザ共振器においては、同一の面の表面と裏面にてレーザ光が反射されるので、二つの反射面のずれが生じない安定した定在波形の自己補償形レーザ共振器を構成することが可能である。また、図 1 に示した第 3 の反射装置 2 3 を必要とせず光学部品の数が少なくなるため、レーザ光の損失を抑えることができる。

## 【 0 0 5 0 】

なお、レーザ共振器では、さらに図示しない偏光子、波長板、ポッケルスセルなどの光学部品が配置されることがある。上述の実施の形態ではレーザ媒質 3 7 の 1 つの端面を両面反射面 3 7 a としたが、上述の偏光子、波長板、ポッケルスセルなどの光学部品のうちいずれかの 1 つの端面を両面反射面とし、光路 L 1 乃至 L 4 のいずれかに配置しても良い。

## 【 0 0 5 1 】

実施の形態 5.

上述のような構成の自己補償形レーザ共振器においては、稜線 2 1 c、2 2 c

の部分にはレーザ光があたらないため、平面反射鏡 26, 27 の稜線 21c, 22c の部分は削除しても良い。即ち、図 6 に示すように、図 2 のものよりも面積の小さい平面反射鏡 28, 29 を、互いに間隔をおいて配置し、連結部材 30 で互いに連結しても良く、このような構成とすれば、レーザ共振器をさらに小型軽量にすることができる。

#### 【0052】

実施の形態 6.

図 7 はこの発明の実施の形態 6 による自己補償形レーザ共振器の第 1 および第 2 の反射装置を示す斜視図である。この例では、図 1 の反射装置 21, 22 に代わるものとしてループプリズム 31 が用いられている。ループプリズム 31 は、レーザ光の入射面 31a と、互いに垂直に配置された 2 つの反射面 31b, 31c と、稜線 31d とを有している。また、入射面 31a と反射面 31b, 31c とが形成する角度は、それぞれ 45 度である。さらに、入射面 31a および反射面 31b, 31c 以外の面（図 7 の上面及び底面）は、レーザ光が通過する部分に干渉しない限り、任意の形状、角度とすることができる。他の構成は、実施の形態 1 乃至実施の形態 4 のいずれかと同様である。

#### 【0053】

次に、動作について説明する。レーザ光は入射面 31a を透過し、反射面 31b により全反射される。反射面 31b により全反射されたレーザ光は、反射面 31c により全反射され、入射したレーザ光に平行で反対の方向に反射され、入射面 31a から出射される。

#### 【0054】

このように、反射装置 21, 22 としてループプリズム 31 を用いた場合も、レーザ光が稜線 31d を通らない自己補償形のレーザ共振器を構成することができ、簡単な構成により、レーザ光の利用効率の低下を防止できるとともに、レーザ光の品質を向上させることができる。また、反射面 31b, 31c の角度ずれが生じにくく、安定した自己補償形レーザ共振器を得ることができる。

#### 【0055】

実施の形態 7.



上述の実施の形態 6 では稜線 3 1 d を有するルーフプリズム 3 1 を示したが、例えば図 8 に示すように、入射面 3 2 a と、互いに直角に配置された反射面 3 2 b, 3 2 c とを有し、反射面 3 2 b, 3 2 c を含む二つの平面が形成する稜線 3 2 d 付近は、レーザ光が通過しないため、その部分を削除して断面台形としても良い。また、切断面 3 2 e は、レーザ光が通過する部分に干渉しない限り、任意の形状、角度とすることができる。このように、稜線 3 2 d の付近を切断したルーフプリズム 3 2 を用いることにより、レーザ共振器全体の軽量化及び小型化を図ることができる。

## 【 0 0 5 6 】

実施の形態 8.

図 9 はこの発明の実施の形態 8 による自己補償形レーザ共振器を示す斜視図である。図 9 において、3 1 及び 3 8 は実施の形態 6 で示したルーフプリズムである。そして、本実施の形態のルーフプリズム 3 1 は、入射面 3 1 a と光路 L 4 とが交わる部分にレーザ光を反射する両面反射面 3 9 を有している。両面反射面 3 9 は、同一の面の表面と裏面にてレーザ光を反射する。

## 【 0 0 5 7 】

次に、動作について説明する。レーザ媒質 2 4 から反射面 3 8 b の方向へ進むレーザ光は、レーザ媒質 2 4 を通過して増幅された後、入射面 3 8 a に入射し、反射面 3 8 b および反射面 3 8 c で順次反射され、光路 L 1 と平行な光路 L 2 を光路 L 1 と反対方向へ進む。光路 L 2 を進むレーザ光は、入射面 3 1 a に入射し、反射面 3 1 b 及び反射面 3 1 c で順次反射され、光路 L 2 と平行な光路 L 3 を光路 L 2 と反対方向へ進む。光路 L 3 を進むレーザ光は、反射面 3 8 b 及び反射面 3 8 a で順次反射され、光路 L 3 と平行な光路 L 4 を光路 L 3 と反対方向へ進む。光路 L 4 を進むレーザ光は、両面反射面 3 9 で反射され、すなわち、入射したレーザ光と反対方向に反射され、光路 L 4、光路 L 3、光路 L 2、光路 L 1 を通って、再びレーザ媒質 2 4 に入射される。

## 【 0 0 5 8 】

さらに、再びレーザ媒質 2 4 に入射したレーザ光は、レーザ媒質 2 4 を通過してさらに増幅された後、入射面 3 1 a に入射し、反射面 3 1 b および反射面 3 1

で順次反射され、両面反射面 3 9 で、入射したレーザ光と反対方向に反射され、レーザ共振器内に閉じこめられ増幅されていく。

#### 【 0 0 5 9 】

このように、同一の面の表面と裏面にてレーザ光が反射されるので、二つの反射面のずれが生じない安定した自己補償形レーザ共振器を構成することが可能であるまた、図 1 に示した第 3 の反射装置 2 3 を必要とせず光学部品の数が少なくなるため、レーザ光の損失を抑えることができる。

#### 【 0 0 6 0 】

なお、上述の例では光路 L 4 が入射面 3 1 a と交差する部分に両面反射面 3 9 を設けたが、光路 L 1 乃至 L 4 と交差する入射面 3 1 a および 3 2 b のいずれに設けても良い。また、ルーフプリズム 3 1, 3 8 は実施の形態 6 で示したルーフプリズムを使用しているが、実施の形態 7 で示した稜線付近を削除したルーフプリズムを使用しても良い。

#### 【 0 0 6 1 】

#### 【発明の効果】

この発明に係る自己補償形レーザ共振器は、互いに直角に配置された第 1 及び第 2 の反射面を有する第 1 の反射装置と、互いに直角に配置された第 3 及び第 4 の反射面を有し、第 1 の反射装置に対向している第 2 の反射装置と、互いに反対向きにかつ平行に配置された第 5 及び第 6 の反射面を有し、第 2 の反射面と第 4 の反射面との間に設けられている第 3 の反射装置と、第 1 の反射面と第 3 の反射面との間に設けられているレーザ媒質と、レーザ媒質を励起する光源とを備え、第 3 及び第 4 の反射面を含む二つの平面が形成する第 2 の稜線は、第 1 及び第 2 の反射面を含む二つの平面が形成する第 1 の稜線にほぼ直行する面に含まれており、レーザ媒質から第 1 の反射面へ向けて出射されたレーザ光は、第 1 の反射面、第 2 の反射面、第 3 の反射面、第 4 の反射面、第 5 の反射面、第 4 の反射面、第 3 の反射面、第 2 の反射面、および第 1 の反射面の順に反射されて再びレーザ媒質に入射し、レーザ媒質を透過し、さらに第 3 の反射面、第 4 の反射面、第 1 の反射面、第 2 の反射面、第 6 の反射面、第 2 の反射面、第 1 の反射面、第 3 の反射面、および第 4 の反射面の順に反射されて再びレーザ媒質に入射される。そ

のため、レーザ光が反射装置の稜線上を通らず、従って稜線の回折による損失がなく、レーザ光の利用効率の低下を防止することができる。また、レーザ光が稜線により切断されないため、レーザ光の品質を向上させることができる。さらにレーザ共振器の小型化を図ることができる。また、対角の関係にある光路では、反射面での反射による偏光状態の変化がないため、レーザ共振器の設計が容易になる。さらにまた、同じ光路を往復してレーザ媒質へ戻る定在波形のレーザ共振器を構成しているため、レーザ媒質に蓄積されたエネルギーの利用効率の低下を防止することができる。

## 【 0 0 6 2 】

また、第 3 の反射装置は、反射面を互いに反対向きにして平行に配置され保持具で相互に固定された 2 つの片面反射鏡である。そのため、第 1 および第 2 の反射装置のそれぞれの反射面が直角からずれている場合もレーザ共振器を構成することができ、価格を安くすることができる。

## 【 0 0 6 3 】

また、第 3 の反射装置は、同一の面の表面と裏面にてレーザ光を反射する両面反射面を有する反射鏡である。そのため、反射面の角度ずれがない安定したレーザ共振器を構成することができる。

## 【 0 0 6 4 】

また、互いに直角に配置された第 1 及び第 2 の反射面を有する第 1 の反射装置と、互いに直角に配置された第 3 及び第 4 の反射面を有し、第 1 の反射装置に対向している第 2 の反射装置と、レーザ光の光軸上の一側の端面に第 7 の両面反射面を有し、第 1 の反射面と第 3 の反射面との間に設けられているレーザ媒質と、レーザ媒質を励起する光源とを備え、第 3 及び第 4 の反射面を含む二つの平面が形成する第 2 の稜線は、第 1 及び第 2 の反射面を含む二つの平面が形成する第 1 の稜線にほぼ直行する面に含まれており、レーザ媒質から第 1 の反射面へ向けて出射されたレーザ光は、第 1 の反射面、第 2 の反射面、第 3 の反射面、第 4 の反射面、第 2 の反射面、第 1 の反射面、第 4 の反射面、第 3 の反射面、および第 7 の両面反射面の順に反射され、さらに第 3 の反射面、第 4 の反射面、第 1 の反射面、第 2 の反射面、第 4 の反射面、第 3 の反射面、第 2 の反射面、および第 1 の

反射面の順に反射されて再びレーザ媒質に入射され、レーザ媒質を透過し、第7の両面反射面で反射する。そのため、レーザ光が反射装置の稜線上を通らず、従って稜線の回折による損失がなく、レーザ光の利用効率の低下を防止することができる。また、レーザ光が稜線により切断されないため、レーザ光の品質を向上させることができる。さらにレーザ共振器の小型化を図ることができる。また、対角の関係にある光路では、反射面での反射による偏光状態の変化がないため、レーザ共振器の設計が容易になる。さらにまた、同じ光路を往復してレーザ媒質へ戻る定在波形のレーザ共振器を構成しているため、レーザ媒質に蓄積されたエネルギーの利用効率の低下を防止することができる。また、レーザ媒質の一つの反射面でレーザ光が両側に反射するので、反射面のずれが生じない安定した定在波形のレーザ共振器を構成できる。また、光学部品が少なくなるため、レーザ光の損失を抑えることができる。

## 【 0 0 6 5 】

また、互いに直角に配置された第1及び第2の反射面を有する第1の反射装置と、互いに直角に配置された第3及び第4の反射面を有し、第1の反射装置に対向している第2の反射装置と、第1の反射面と第3の反射面との間に設けられているレーザ媒質と、レーザ媒質を励起する光源と、レーザ光の光軸上の一側の端面に第8の両面反射面を有し、第2の反射面と第4の反射面との間に設けられている光学部品とを備え、第3及び第4の反射面を含む二つの平面が形成する第2の稜線は、第1及び第2の反射面を含む二つの平面が形成する第1の稜線にほぼ直行する面に含まれており、レーザ媒質から第1の反射面へ向けて出射されたレーザ光は、第1の反射面、第2の反射面、第3の反射面、第4の反射面、第8の両面反射面、第4の反射面、第3の反射面、第2の反射面、および第1の反射面の順に反射されて再びレーザ媒質に入射し、レーザ媒質を透過し、さらに第3の反射面、第4の反射面、第1の反射面、および第2の反射面の順に反射されて光学部品に入射し、さらに第8の両面反射面、第2の反射面、第1の反射面、第3の反射面、および第4の反射面の順に反射されて再びレーザ媒質に入射される。そのため、レーザ光が反射装置の稜線上を通らず、従って稜線の回折による損失がなく、レーザ光の利用効率の低下を防止することができる。また、レーザ光が

稜線により切断されないため、レーザ光の品質を向上させることができる。さらにレーザ共振器の小型化を図ることができる。また、対角の関係にある光路では、反射面での反射による偏光状態の変化がないため、レーザ共振器の設計が容易になる。さらにまた、同じ光路を往復してレーザ媒質へ戻る定在波形のレーザ共振器を構成しているため、レーザ媒質に蓄積されたエネルギーの利用効率の低下を防止することができる。また、レーザ媒質の一つの反射面でレーザ光が両側に反射するので、反射面のずれが生じない安定した定在波形のレーザ共振器を構成できる。また、光学部品が少なくなるため、レーザ光の損失を抑えることができる。

## 【0066】

また、第1及び第2の反射装置は、互いに直角に配置された2つの平面反射鏡をそれぞれ有している。そのため、レーザ共振器全体を軽量化することができる。

## 【0067】

また、互いに直角に配置された2つの平面反射鏡は、間隔をおいて配置され、連結部材により相互に連結されている。そのため、2つの平面反射鏡を直接交差させて固定する必要がなく、反射装置を小型化および軽量化することができる。

## 【0068】

また、第1及び第2の反射装置は、レーザ光の入射面及び互いに直角に配置された2つの反射面をそれぞれ有するプリズムである。そのため、反射面の角度のずれが生じにくく、安定した自己補償形レーザ共振器を得ることができる。

## 【0069】

また、レーザ光が入射する第1の入射面と、互いに直角に配置された第1及び第2の反射面を有する第1のプリズムと、レーザ光が入射する第2の入射面と、互いに直角に配置された第3及び第4の反射面を有し、第2の入射面のレーザ光の光路に第9の両面反射面を備え、第1の反射装置に対向している第2のプリズムと、第1の反射面と第3の反射面との間に設けられているレーザ媒質と、レーザ媒質を励起する光源とを備え、第3及び第4の反射面を含む二つの平面が形成する第2の稜線は、第1及び第2の反射面を含む二つの平面が形成する第1の稜

線にはほぼ直行する面に含まれており、レーザ媒質から第 1 の反射面へ向けて出射されたレーザ光は、第 1 の反射面、第 2 の反射面、第 3 の反射面、第 4 の反射面、第 2 の反射面、第 1 の反射面、第 9 の両面反射面、第 1 の反射面、第 2 の反射面、第 4 の反射面、第 3 の反射面、第 2 の反射面、および第 1 の反射面の順に反射されて再びレーザ媒質に入射され、レーザ媒質を透過し、さらに、第 3 の反射面、第 4 の反射面、第 9 の両面反射面、第 4 の反射面、および第 3 の反射面で反射されて再びレーザ媒質に入射する。そのため、レーザ光が反射装置の稜線上を通らず、従って稜線の回折による損失がなく、レーザ光の利用効率の低下を防止することができる。また、レーザ光が稜線により切断されないため、レーザ光の品質を向上させることができる。さらにレーザ共振器の小型化を図ることができる。また、対角の関係にある光路では、反射面での反射による偏光状態の変化がないため、レーザ共振器の設計が容易になる。さらにまた、同じ光路を往復してレーザ媒質へ戻る定在波形のレーザ共振器を構成しているため、レーザ媒質に蓄積されたエネルギーの利用効率の低下を防止することができる。また、レーザ媒質の一つの反射面でレーザ光が両側に反射するので、反射面のずれが生じない安定した定在波形のレーザ共振器を構成できる。また、光学部品が少なくなるため、レーザ光の損失を抑えることができる。

#### 【 0 0 7 0 】

さらに、第 1 及び第 2 のプリズムの第 1 及び第 2 の稜線部分が削除されている。そのため、反射装置を小型化および軽量化することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】 この発明の実施の形態 1 による自己補償形レーザ共振器を示す概略の斜視図である。

【図 2】 図 1 の第 1 及び第 2 の反射装置の一例を示す斜視図である。

【図 3】 この発明の実施の形態 2 による自己補償形レーザ共振器の第 3 の反射装置を示す斜視図である。

【図 4】 この発明の実施の形態 3 による自己補償形レーザ共振器の第 3 の反射装置を示す斜視図である。

【図 5】 この発明の実施の形態 4 による自己補償形レーザ共振器を示す概

略の斜視図である。

【図 6】 この発明の実施の形態 5 による自己補償形レーザ共振器の第 1 及び第 2 の反射装置を示す斜視図である。

【図 7】 この発明の実施の形態 6 による自己補償形レーザ共振器の第 1 及び第 2 の反射装置を示す斜視図である。

【図 8】 この発明の実施の形態 7 による自己補償形レーザ共振器の第 1 及び第 2 の反射装置を示す斜視図である。

【図 9】 この発明の実施の形態 8 による自己補償形レーザ共振器を示す概略の斜視図である。

【図 1 0】 従来のレーザ共振器の一例を示す説明図である。

【図 1 1】 図 7 の一方の反射鏡が傾斜した場合を示す説明図である。

【図 1 2】 従来の自己補償形レーザ共振器の一例を示す説明図である。

【図 1 3】 図 9 のルーフプリズムに入射したレーザ光の反射状態を示す説明図である。

【図 1 4】 図 1 0 のルーフプリズムが傾斜した状態を示す説明図である。

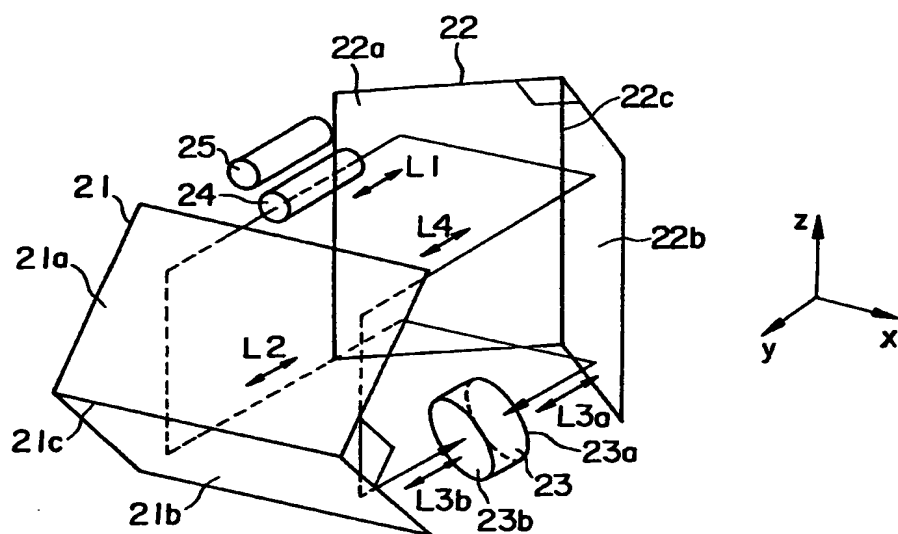
【図 1 5】 従来の自己補償形レーザ共振器の他の一例を示す斜視図である。

# 【符号の説明】

2 1 第 1 の反射装置、2 1 a 第 1 の反射面、2 1 b 第 2 の反射面、2 1 c 第 1 の稜線、2 2 第 2 の反射装置、2 2 a 第 3 の反射面、2 2 b 第 4 の反射面、2 2 c 第 2 の稜線、2 3 第 3 の反射装置、2 3 a 第 5 の反射面、2 3 b 第 6 の反射面、2 4 レーザ媒質、2 5 光源、2 6, 2 7, 2 8, 2 9 平面反射鏡、3 0 連結部材、3 1, 3 2 ルーフプリズム、3 1 a, 3 2 a 入射面、3 1 b, 3 1 c, 3 2 b, 3 2 c 反射面、3 3, 3 4 片面反射鏡、3 6 両面反射鏡、3 5 反射鏡保持具、3 7 レーザ媒質、3 7 a, 3 9 両面反射面。

【書類名】 図面

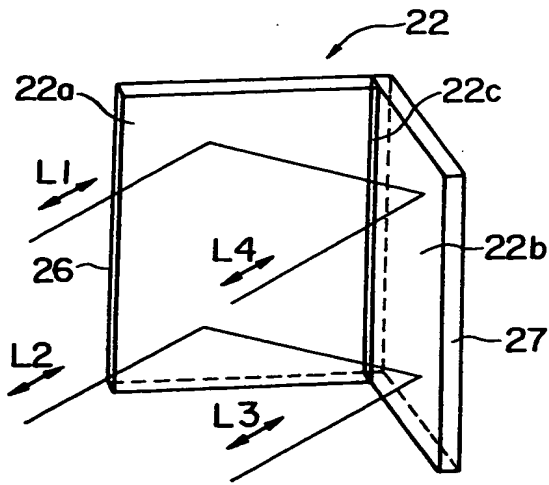
【図 1】



- 21：第1の反射装置
- 21a：第1の反射面
- 21b：第2の反射面
- 21c：第1の稜線
- 22：第2の反射装置
- 22a：第3の反射面
- 22b：第4の反射面
- 22c：第2の稜線
- 23：第3の反射装置
- 23a：第5の反射面
- 23b：第6の反射面
- 24：レーザ媒質
- 25：励起光源

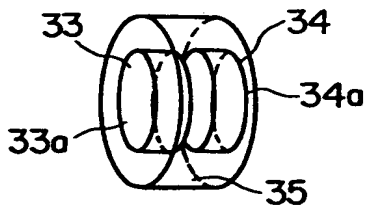


【図 2】



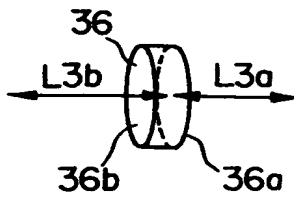
26,27 : 平面反射鏡

【図 3】



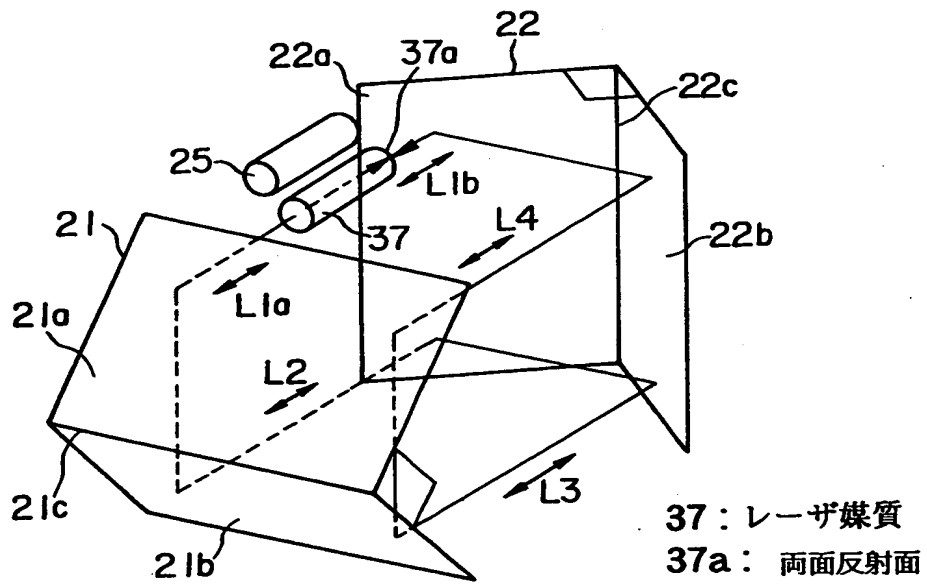
33,34 : 片面反射鏡  
33a,34a : 反射面  
35 : 反射鏡保持具

【図 4】

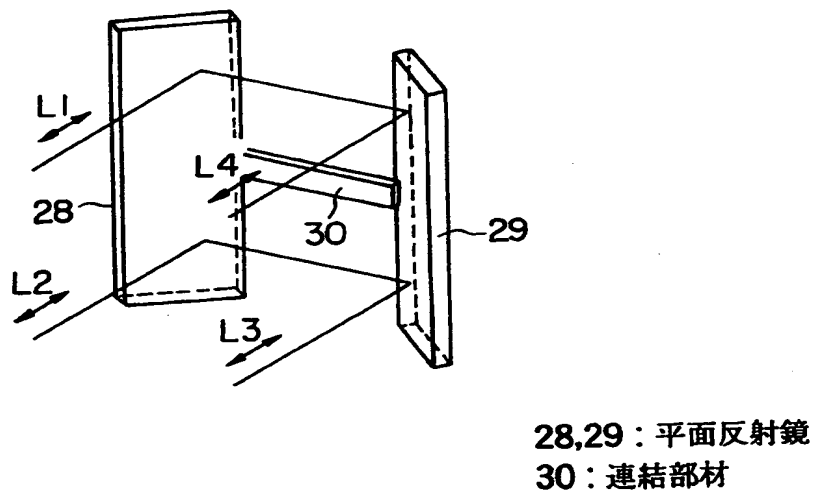


36 : 両面反射鏡  
36a : 反射面  
36b : 反射防止面

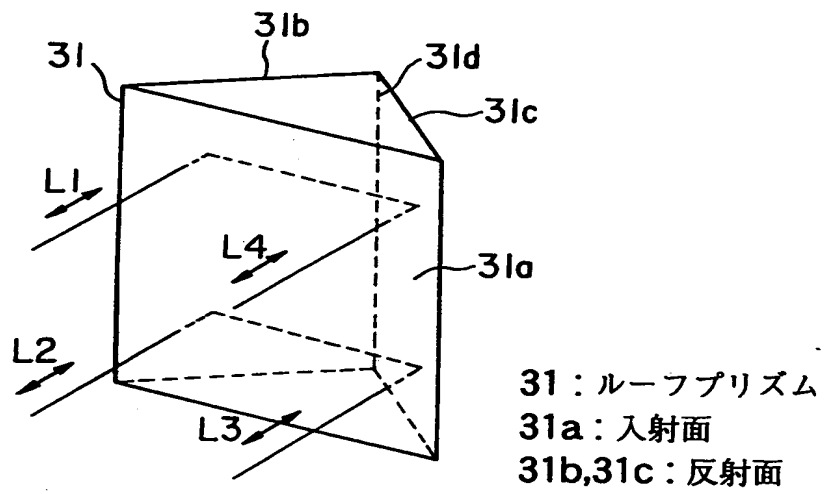
【図5】



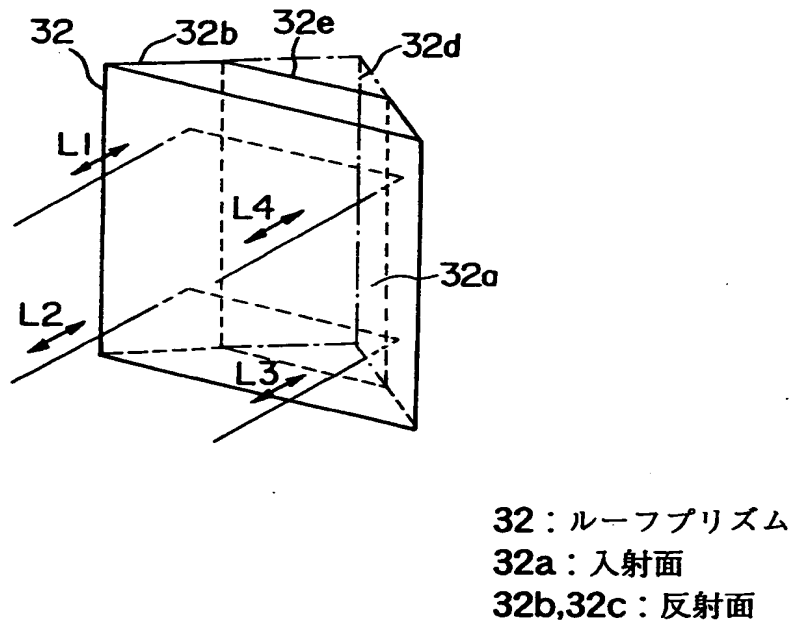
【図6】



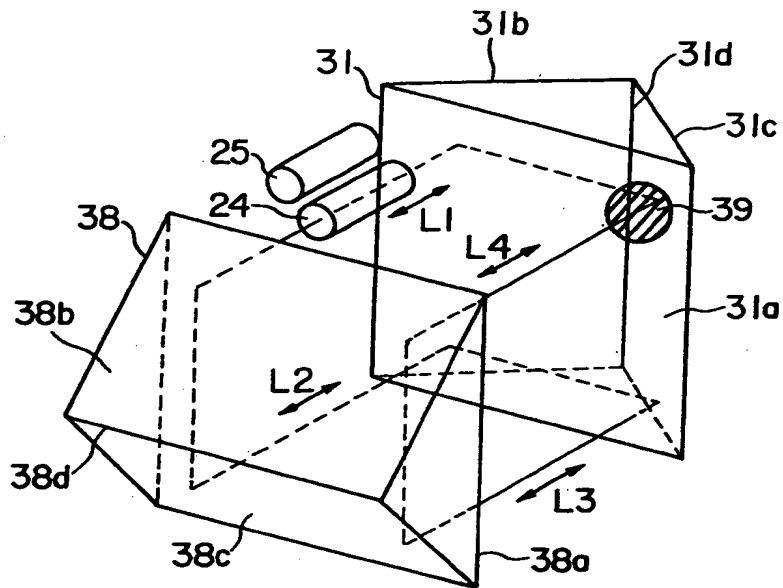
【図 7】



【図 8】

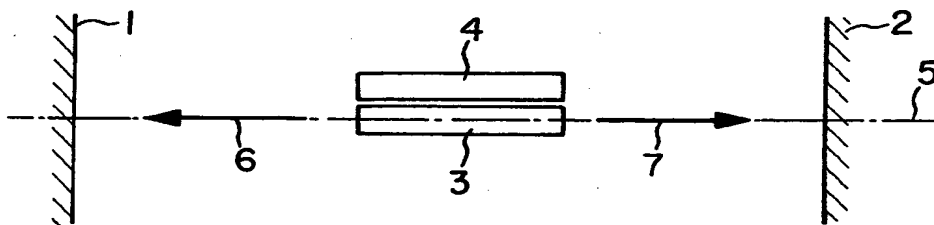


【図 9】

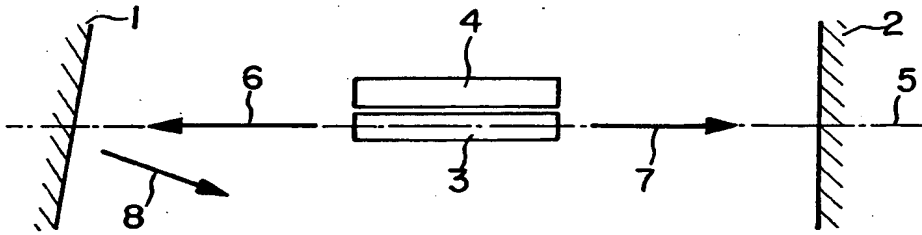


31,38 : ルーフプリズム  
 31a,38a : 入射面  
 31b,31c,38b,38c : 入射面  
 39 : 両面反射面

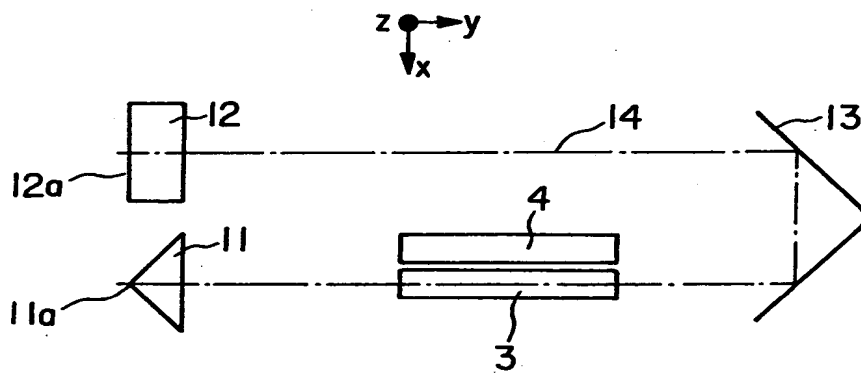
【図 10】



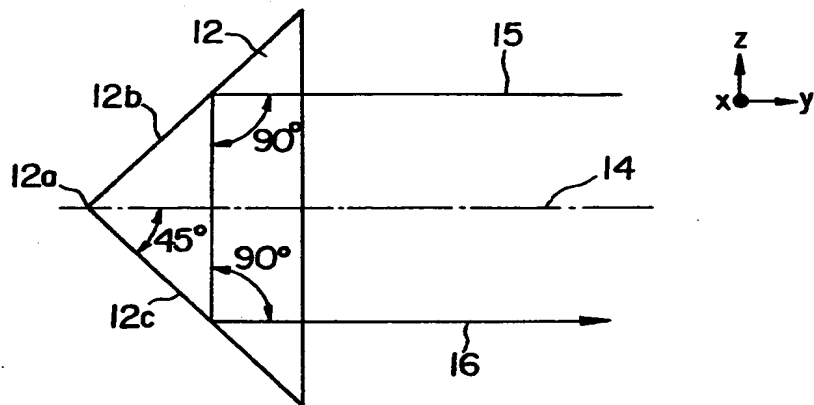
【図 1 1】



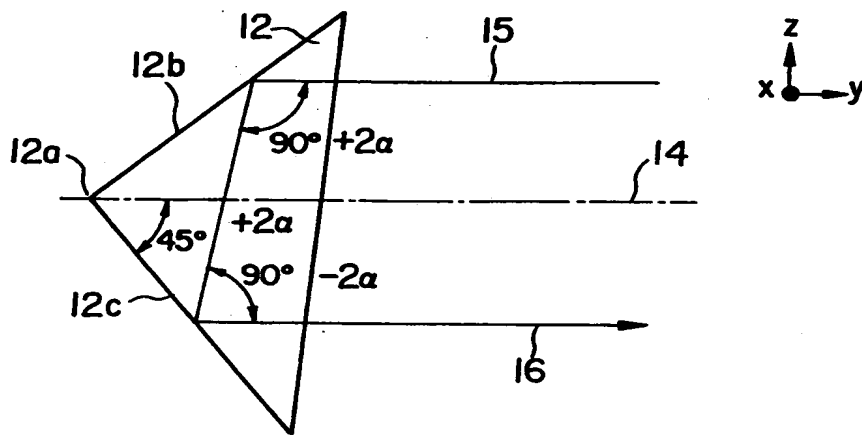
【図 1 2】



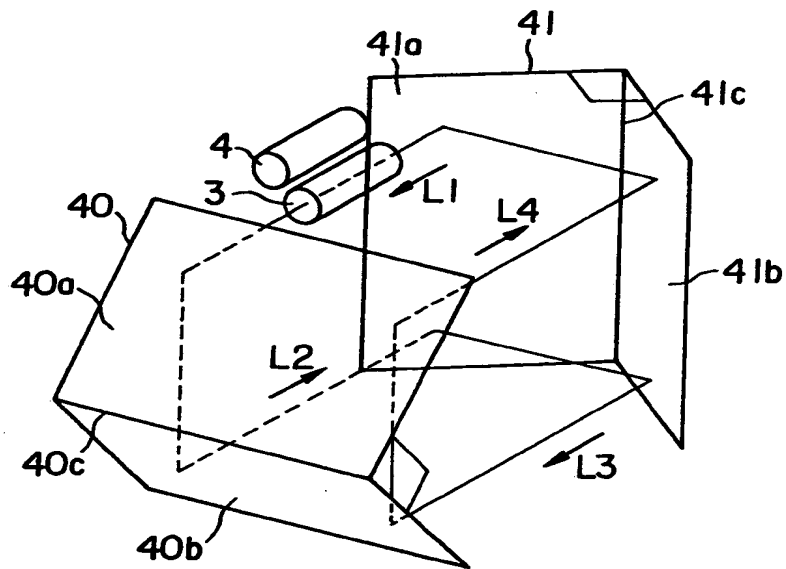
【図 1 3】



【図14】



【図15】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 定在波形の自己補償形レーザ共振器において、レーザの利用効率の低下を防止するとともに、レーザ光の品質を向上させることを目的とする。

【解決手段】 互いに直角に配置された第1及び第2の反射面21a, 21bを有する第1の反射装置21と、互いに直角に配置された第3及び第4の反射面22a, 22bを有する第2の反射装置22とを、稜線21c, 22cが直行するように互いに対向させ、第2の反射面21bと第4の反射面22bとの間に、互いに反対向きにかつ平行に配置された2つの反射面を有する第3の反射装置23を配置し、第1の反射面21aと第3の反射面22aとの間にレーザ媒質24を配置し、レーザ光が稜線21c, 22cを通らないようにした。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006013]

1. 変更年月日 1990年 8月24日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

氏 名 三菱電機株式会社